

臺北捷運因應松山線通車電力轉供探討

施文林¹

摘要

捷運松山線通車前原供給松山線用電之松湖超高壓變電所未能如期完工，當時松山線松捷主變電站面臨台電供電與不供電的疑問中。本文將說明因應台電供電松捷主變電站不確定下，透過交流負載潮流分析，總共考量3種供電應對方式，1.原契約供電規劃模式下台電松湖變電所順利興建完成供電，2.松湖變電所未興建完成松捷未送電模式，3.松湖變電所未興建完成，但由其他台電變電所供給松捷用電模式。供電模式的變更主要先確保在供電系統正常（Normal）及非正常（Abnormal）之運轉狀態下，可正常營運，這需經由交流負載潮流分析確認供電系統各匯流排之電壓降，各變壓器及電纜饋線之額定容量，與最大電力負載需求。最後，在準備各種方案下經與台電多次協調，終於獲得台電核可松山線用電，使松山線順利通車。

關鍵詞：松山線，交流負載潮流分析

Discussion on the Power Transfer Mode for Service on Songshan Line

Wen-Lin Shih¹

Abstract

The Songhu ultra-high voltage substation was originally designed to supply the electricity to the Songshan line before the operation of Songshan line, but in the end it failed to provide the service as its construction was not completed on schedule. At that time, we faced the question of whether the Taiwan Power Company (Taipower) would agree to supply the electricity for the bulk substation of the Songshan line. In order to cope with the uncertainty of power supply for the bulk substation of Songshan line, three power supply operation modes through AC load flow analysis are taken into consideration 1. After the Taipower Songhu substation is built successfully and it will carry out the power supply to the Songshan line using the original power supply planning mode; 2. Songhu substation has not been built to carry out the power supply to the bulk substation of the Songshan line; 3. Songhu substation cannot be built, but the other substations of Taipower will take its place in supplying the electricity to the bulk substation of the Songshan line. The change of the power supply mode is required to ensure that the power supply system can be operated normally under normal and abnormal conditions. By means of the AC load flow analysis, our power supply system can meet all of the criteria including the voltage drop of the bus bar, the rated capacity of each transformer and cable feeder, and the maximum power load demand. In preparation for various proposals, we have obtained approval for the supply of electricity for the Songshan line after a number of negotiations with Taipower so that the Songshan line can be put into operation as scheduled.

Keywords : Songshan line, AC load flow analysis

¹ 臺北市政府捷運工程局機電系統設計處幫工程司

11260@trts.dorts.gov.tw

一、前言

捷運松山線西門站至松山站已於103年11月15日通車並與新店線串聯營運，松山線全長約8.5公里，設8座地下車站（含西門站），全線採地下方式建造。松山線於99年2月26日向台電公司提出用電申請，但通車前原供給松山線用電之台電松湖超高壓變電所未能如期完工，當時松山線松捷主變電站面臨台電供電與不供電的疑問中。直至103年9月4日，經與台電多次協調，終於獲得台電函覆核可松山線松捷主變電站新設用電許可，在過程中松山線因應台電供電與否總共考量3種供電方式應對，1.原契約供電規劃模式下台電松湖變電所順利興建完成供電，2.松湖變電所未興建完成松捷未送電模式，3.松湖未興建完成，但台電其他變電所對松捷送電模式。為順利通車，減少契約變更帶來的系統架構大變動，這三種供電模式是建立在已完成之系統架構下，儘量透過開關切換達到電力互相轉供。由於新蘆中和線與信松線是多條高運量電力系統互聯供電，對於上述3種供電模式相對有多種因應方式。供電模式的變更主要先確保在供電系統正常（Normal）及非正常（Abnormal）之運轉狀態下，可正常營運，這需經由交流負載潮流分析確認供電系統各匯流排之電壓大小、相角與電壓降，各變壓器及電纜饋線之額定容量，與最大電力負載需求。

松山線通車過程除了與台電討論外，本局也同時與廠商討論供電系統轉供方式，以隨時應付台電對松山線送電的要求，並初步估算負載在各種模式下都能保持正常營運。本文將透過電力系統潮流分析的結果，驗證各種供電模式可使系統正常營運。

二、松山線通車前與台電協調過程

本局於99年2月26日向台電公司提出申請，台電表示本供電案須俟松湖超高壓變電所完成後，方可提供充裕電力，在松湖超高壓變電所完成前，為避免故障跳脫致另一回線過載，本局須同意裝設遙控卸載裝置，可讓台電公司逕行卸除新增設用電負載始可供電。台電公司就臺北市內電力建設須請市府協助項目，於100年1月11日由台電公司董事長拜會本府郝市長溝通及討論，松湖超高壓變電所之興建及松山線主變電站用電為會議討論項目之一。後於100年1月18日，由台電公司召集本局及捷運公司研商「松山線主變電站供電事宜」，會中決議台電、捷運局及捷運公司三方瞭解松湖E/S完成前，松捷如採有條件方式核供，捷運局及捷運公司必須備妥轉供方案及軟硬體規劃，當台電輸電系統事故時，接受台電台北區域調度中心（ADCC）指令，儘速於最短時間內將松捷用電量改由秀捷轉供，降低民生用電影響。本局後邀集台電公司及捷運公司確認本捷運松山線供電案須面對處理情境為：如台電供電松捷主變電站，當台電發生N-1情形（有一線路故障），台電公司將對松捷主變電站限電要求。捷運公司提出因應應變程序：於接獲台電限電通知後，進行松山線列車進站後停車，之後將列車用電轉由秀捷主變電站供電；同時將各車站空調停機，如此可儘速卸載松捷主變電站用電量（10MW）之80%，剩餘之車站電（扶）梯、照明及其他負載（20%），建議於非營運時段或待本公司完成各站電梯/扶梯停機並導引旅客後配合轉供。本松山線用電案經本府陳秘書長永仁協助，於103年5月23日率捷運局代表赴台電公司拜訪莊副總經理光明會談，再於103年6月10日由經濟部張部長家祝主持會議，就松山線用電決議，考量捷運松山線係重大交通建設，事涉公共利益，經濟部勉予同意台電公司暫以透過汐止超高壓及中崙一次配電等變電所提供松山線用電，並以103年9月15日為台電送電松捷主變電站目標日。台電

公司於103年8月21日召開之「臺北捷運松山線松捷主變電站暨161kV中崙~松捷紅、白線加入系統協調會」，會議結論為9月4日161kV中崙-松捷紅、白線及松捷C/S 16kV設備加入系統。台電公司業務處103年9月4日函覆捷運局機工處之申請松山線松捷主變電站新設用電，供電方式161kV輸電線路以自備地下電纜施設，且新增設之經常用電及經常用電備用電力各10,000kW由臺北大眾捷運公司民捷主變電站原有用電裕度30,000kW等量移轉。

三、交流系統分析準則

臺北捷運所需電力由台電公司變電所引接二迴路161kV交流電壓，經降壓至22kV電壓等級，分別供電給車站用電與電聯車用電。車站用電部分，由土建標細部設計顧問規劃設計並計算出低壓交流負載量。電聯車用電部分，則依運量分析預估所需列車車隊與班距，並算出車輛直流負載量。電力系統負載潮流分析是以網絡穩態為基礎的分析，與一些即時分析類型網絡的解決方法基本上不同，通常在系統匯流排上建構系統網路以進行負載潮流研究（Saadat, 1999）。整合直流與交流負載最簡單的方式是以有效和無效功率（PQ）負載型式連接到交流系統上，再以交流負載潮流軟體分析。交流負載潮流分析主要驗證系統架構，包含從各主變電站（Bulk Supply Substation, BSS）、車站配電室（Station Substation, SSS）及牽引配電室（Traction Substation, TSS）的變壓器、饋線、開關。負載潮流主要目的為：

1. 計算供電系統內各匯流排之電壓大小、相角與電壓降。台電規定系統正常運轉時電壓應保持在 0.95p.u.至 1.03p.u.之間；發生事故後，系統穩態電壓變動範圍應維持在 0.9p.u.至 1.05p.u.之間。由於捷運不考慮柴油引擎發電機下，正常運轉時電壓是不會超過1.0p.u.，所以只定下限值，不可低於0.95p.u.；發生事故後，系統穩態電壓不可低於 0.93p.u.。
2. 計算系統內各變壓器及電纜饋線之負載電流與電力潮流，決定各供電設備之額定容量。台電規定系統正常運轉與事故時，輸電線路不得超載，同樣捷運也如此。系統正常運轉時，捷運變壓器不超載。事故時，主變壓器超載25%，車站變壓器超載33.3%，整流變壓器超載規定為：主線2小時可過載150%，1分鐘可過載300%；機廠2小時可過載150%，1分鐘可過載200%。
3. 驗證確認供電系統於正常及非正常運轉狀態時，供電模式及系統架構可提供高品質與高可靠度之電力，能安全無虞的滿足捷運營運之最大電力負載需求。為使系統有備用電源，須考慮供電系統正常（Normal）及非正常（Abnormal）之運轉狀態，其中正常運轉狀態係指供電系統內各BSS均正常供電；非正常運轉狀態考量某一BSS因故停止供電之狀況，系統仍能正常營運，類似台電「台灣電力股份有限公司輸電系統規劃準則」之N-1準則，其規定發電機組、輸電線路、變壓器之任一設備，因檢修或事故停用情況下，輸電系統仍可正常運轉（台灣電力股份有限公司，2013）。

負載潮流輸入的供電系統資料有台電電源特性資料、變壓器資料、電纜饋線資料、匯流排資料、交流負載與直流負載等。台電電源特性資料是由台電提供，一般輸入台電161KV電源端之最大三相短路電流及X/R值；變壓器資料主要依交流負載與直流負載選定變壓器型式；電纜饋線資料依負載量轉換成電流再選定電纜大小。

四、台電松湖變電所或其他變電所對松山線松捷供電

松山線通車後，中和新蘆線與信松線是多條高運量電力系統互聯供電。原先規劃松山線松捷主變電站可順利由台電供電，供電模式有CASE 1：新蘆線、中和線、信松線正常供電系統架構；CASE 2：中強捷斷電時，由民族公園主變電站（簡稱民捷）、秀捷主變電站（簡稱秀捷）轉供電，蘆洲機廠主變電站（簡稱蘆捷）、新莊機廠主變電站（簡稱莊捷）、松捷主變電站（簡稱松捷）維持原供電模式；CASE 3：松捷斷電時，由民捷、秀捷轉供電，蘆捷、莊捷、中強公園主變電站（簡稱中強捷）維持原供電模式；CASE 4A：秀捷斷電時，由中強捷轉供電，蘆捷、莊捷、民捷、松捷維持原供電模式；CASE 4B：民捷斷電時，由中強捷、松捷轉供電，蘆捷、莊捷、秀捷維持原供電模式。

在與台電協調過程中因不確定台電對松捷供電與否，故也備妥松捷不供電的方案。綜整一下各方案：

1. 若台電其他變電所對松捷供電下，將使用CASE 1、CASE 2、CASE 3A、CASE 4A、CASE 4B供電模式。
2. 將來台電松湖變電所完成供電，將使用CASE 1、CASE 2、CASE 3、CASE 4A、CASE 4B供電模式。
3. 若台電對松捷不供電下，將使用CASE 3A、CASE 5A、CASE 5B、CASE 5C、CASE 5D、5E供電模式。

本節敘述CASE 1、CASE 2、CASE 3、CASE 3A、CASE 4A、CASE 4B交流分析結果。

(一) CASE 1供電模式

新蘆線、中和線、信松線正常供電系統架構為CASE 1，表示台電松湖變電所已興建完成，主變電站共有蘆捷、莊捷、民捷、秀捷、中強捷、松捷正常供電。相關站名與各主變電站之SSS供電範圍如圖1，機廠內配電室（DSS1、DSS2、DSS3）、主變電站站內用電（簡稱BLD）、駐車廠 SSS（簡稱STAB）。主變電站之TSS供電範圍如圖2。各主變電站供電範圍表1所示。

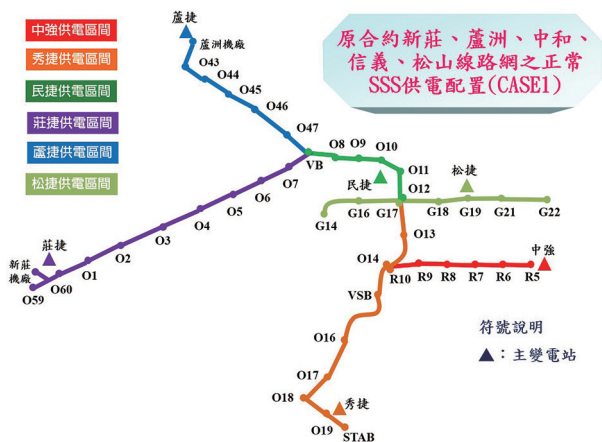


圖1 各主變電站之SSS供電範圍

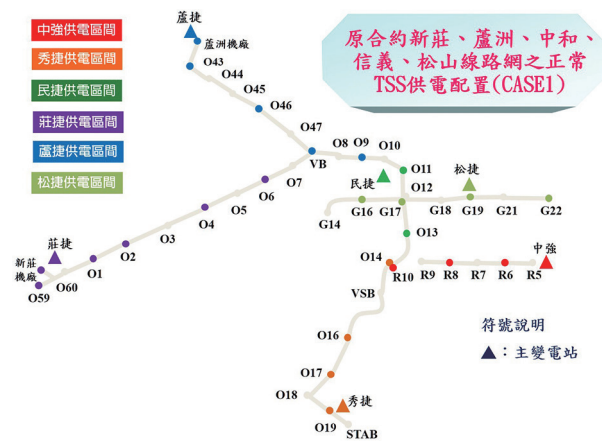


圖2 各主變電站之TSS供電範圍

表1 CASE 1各主變電站供電範圍

TSS供電範圍	SSS供電範圍
蘆捷：蘆捷BSS、O43、O46、VB、O9 莊捷：莊捷BSS、O1、O2、O4、O6、O59 民捷：O11、O13 秀捷：O14、O16、O17、O19 中強捷：R6、R8、R10 松捷：G16、G17、G19、G22	蘆捷：DSS1、DSS2、DSS3、O43、O44、O45、O46、O47 莊捷：莊捷BLD、DSS1、DSS2、O59、O60、O1、O2、O3、O4、O5、O6、O7 民捷：民捷BLD、VB、O8、O9、O10、O11、O12 秀捷：秀捷BLD、O19、(STAB)、O18、O17、O16、VSB、O14、R10、O13 中強捷：中強捷BLD、R5、R6、R7、R8、R9 松捷：松捷BLD、G14、G16、G17、G18、G19、G21、G22

松山信義線合約是在新莊蘆洲線合約之後，正常供電下蘆捷與莊捷供電範圍與新莊蘆洲線合約相同，此處可忽略蘆捷與莊捷分析。民捷（又稱民族主變電站）、秀捷、中強捷、松捷單線圖如圖所示，圖中已標註各匯流排編號，民捷與秀捷各4個主變壓器，其實只有2個主變壓器，每一主變壓器包含15MVA與25MVA繞組，中強捷、松捷各2個60MVA主變壓器。

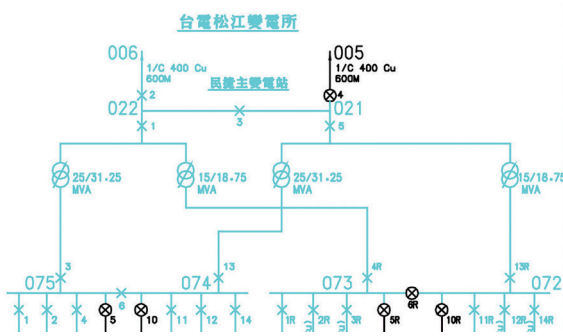


圖3 民捷主變電站迴路編號

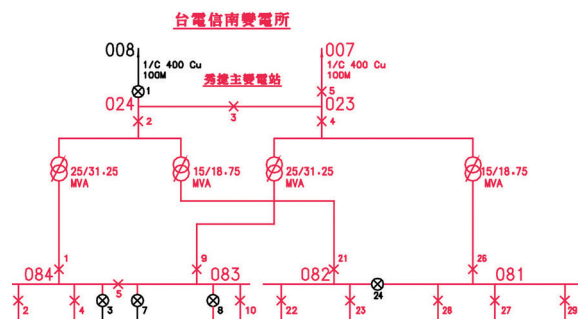


圖4 秀捷主變電站迴路編號



圖5 中強捷主變電站迴路編號

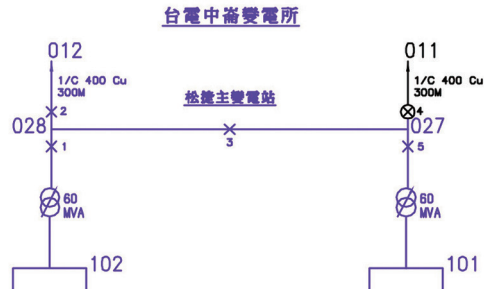


圖6 松捷主變電站迴路編號

值得注意的是供電系統最大容量設計是應付尖峰時間負載，與實際營運平均負載耗電量會有相當大差異。輸入資料後，各主變電站迴路編號如圖3至圖6，經由交流負載潮流分析後，各主變電站尖峰時間負載量如表2，可知

1. 變壓器之負載皆小於自然風冷（ONAN）額定值，最高負載迴路編號023-081為主變壓器容量63.7%，各主變壓器容量足夠應付負載。
2. 經檢視報告檔案，流經電纜之電流皆小於電纜之額定值，各22 kV BUS 電壓降合乎PTS 規定之5%內。

所以，正常供電模式下，系統架構是足夠應付尖峰時間之交流與直流負載。

表2 CASE 1各主變電站供電負載量

BSS	迴路編號	kW	kVAR	kVA	負載量%
民捷BSS 15 MVA	021-072	7961	1840	8170	54.4%
	022-073	7398	1545	7557	50.4%
民捷BSS 25 MVA	021-074	3805	723	3883	15.5%
	022-075	3805	723	3883	15.5%
秀捷BSS 15 MVA	023-081	9242	2411	9551	63.7%
	024-082	9215	2402	9522	63.5%
秀捷BSS 25 MVA	023-083	7441	985	7506	30%
	024-084	7441	985	7506	30%
中強捷BSS 60 MVA	025-099	15512	3380	15876	26.5%
	026-100	11082	2116	11282	18.8%
松捷BSS 60 MVA	027-101	23455	6958	24466	40.8%
	028-102	11385	540	11398	19%

(二) CASE 2供電模式

非正常供電模式是指任一BSS斷電，由其他主變電站供給新莊蘆洲線、中和線與信松線供電區域。CASE 2：非正常供電模式，中強捷斷電時，由民捷、秀捷轉供電，蘆捷、莊捷、松捷維持原供電模式。各主變電站TSS與SSS供電範圍表3所示，由民捷、秀捷轉供電原中強捷用電。

表3 CASE 2各主變電站供電範圍

TSS供電範圍	SSS供電範圍
蘆捷：蘆捷BSS、O43、O46、VB、O9 莊捷：莊捷BSS、O1、O2、O4、O6、O59 民捷：O11、O13、*R6、*R10 秀捷：O14、O16、O17、O19、*R8 松捷：G16、G17、G19、G22	蘆捷：DSS1、DSS2、DSS3、O43、O44、O45、O46、O47 莊捷：莊捷BLD、DSS1、DSS2、O59、O60、O1、O2、O3、O4、O5、O6、O7 民捷：民捷BLD、VB、O8、O9、O10、O11、O12、*R5、*R6、*R7、*中強捷BLD 秀捷：秀捷BLD、O19、(STAB)、O18、O17、O16、VSB、O14、R10、O13、*R8、*R9 松捷：松捷BLD、G14、G16、G17、G18、G19、G21、G22

輸入資料後，經由交流負載潮流分析後，各主變電站尖峰時間負載量如表4，可知

1. 變壓器之負載皆小於自然風冷（ONAN）額定值，最高負載迴路編號023-081為主變壓器容量90.2%，各主變壓器容量足夠應付負載。
2. 經檢視報告檔案，流經電纜之電流皆小於電纜之額定值，各22 kV BUS 電壓降合乎合約規定非正常模式之7%內。

所以，此供電模式下，系統架構是足夠應付尖峰時間之交流與直流負載。

表4 CASE 2各主變電站供電負載量

BSS	迴路編號	kW	kVAR	kVA	負載量%
民捷BSS 15 MVA	021-072	12534	2862	12857	85.7%
	022-073	11872	2447	12122	80.8%
民捷BSS 25 MVA	021-074	7808	413	7818	31.3%
	022-075	7808	413	7818	31.3%
秀捷BSS 15 MVA	023-081	12911	4052	13531	90.2%
	024-082	12345	3690	12884	85.9%
秀捷BSS 25 MVA	023-083	9056	1114	9125	36.5%
	024-084	9056	1114	9125	36.5%
松捷BSS 60 MVA	027-101	23455	6958	24466	40.8%
	028-102	11385	540	11398	19%

(三) CASE 3供電模式

CASE 3：非正常供電模式，松捷斷電時，由民捷、秀捷轉供電，蘆捷、莊捷、中強捷維持原供電模式（信松線合約）。各主變電站TSS與SSS供電範圍表5所示，由民捷、秀捷轉供電原松捷用電。

表5 CASE 3各主變電站供電範圍

TSS供電範圍	SSS供電範圍
蘆捷：蘆捷BSS、O43、O46、VB、O9 莊捷：莊捷BSS、O1、O2、O4、O6、O59 民捷：O11、O13、*G16、*G19 秀捷：O14、O16、O17、O19、*G17、*G22 中強捷：R6、R8、R10	蘆捷：DSS1、DSS2、DSS3、O43、O44、O45、O46、O47 莊捷：莊捷BLD、DSS1、DSS2、O59、O60、O1、O2、O3、O4、O5、O6、O7 民捷：民捷BLD、VB、O8、O9、O10、O11、O12、*G21、*G22、*松捷BLD 秀捷：秀捷BLD、O19、(STAB)、O18、O17、O16、VSB、O14、R10、O13、*G14、*G16、*G17 中強捷：中強捷BLD、R5、R6、R7、R8、R9

輸入資料後，經由交流負載潮流分析後，各主變電站尖峰時間負載量如表6，可知

1. 變壓器之負載皆小於自然風冷（ONAN）額定值，最高負載迴路編號021-072為主變壓器容量106.3%，各主變壓器容量足夠應付負載。
2. 經檢視報告檔案，流經電纜之電流皆小於電纜之額定值，各22 kV BUS 電壓降合乎合約規定非正常模式之7%內。

所以，此供電模式下，系統架構是足夠應付尖峰時間之交流與直流負載。

表6 CASE 3各主變電站供電負載量

BSS	迴路編號	kW	kVAR	kVA	負載量%
民捷BSS 15 MVA	021-072	15098	4385	15722	106.3%
	022-073	15277	4591	15952	103%
民捷BSS 25 MVA	021-074	7405	154	7407	29.6%
	022-075	7405	154	7407	29.6%
秀捷BSS 15 MVA	023-081	14564	4789	15331	102.2%
	024-082	12873	3645	13379	89.2%
秀捷BSS 25 MVA	023-083	9613	993	9664	38.7%
	024-084	9613	993	9664	38.7%
中強捷BSS 60 MVA	025-099	15512	3380	15876	26.5%
	026-100	11082	2116	11282	18.8%

(四) CASE 3A供電模式

CASE 3A：非正常供電模式，松捷因台電限電通知，由秀捷轉供電，蘆捷、莊捷、民捷、中強捷維持原供電模式（信松線合約）。當台電輸電系統事故時，接受台電台北區域調度中心（ADCC）指令，儘速於最短時間內（5分鐘內），將松捷用電量改由秀捷轉供，降低民生用電影響。應變轉供方案為：「於接獲台電限電通知後，於5分鐘內卸載松捷主變電站用電量（10MW）之80%，剩餘20%之車站電（扶）梯、照明及其他負載，於30分鐘後配合轉供」。須有相關定期演練等配套措施，以避免台電供電系統產生瓶頸致影響其供電可靠度。各主變電站TSS與SSS供電範圍表7所示，由秀捷轉供電原松捷用電。

表7 CASE 3A各主變電站供電範圍

TSS供電範圍	SSS供電範圍
蘆捷：蘆捷BSS、O43、O46、VB、O9 莊捷：莊捷BSS、O1、O2、O4、O6、O59 民捷：O11、O13、*G16 秀捷：O14、O16、O17、O19、*G17、*G19、*G22 中強捷：R6、R8、R10	蘆捷：DSS1、DSS2、DSS3、O43、O44、O45、O46、O47 莊捷：莊捷BLD、DSS1、DSS2、O59、O60、O1、O2、O3、O4、O5、O6、O7 民捷：民捷BLD、VB、O8、O9、O10、O11、O12 秀捷：秀捷BLD、O19、(STAB)、O18、O17、O16、VSB、O14、R10、O13、*G14、*G16、*G17、*G18、*G19、*G21、*G22 中強捷：中強捷BLD、R5、R6、R7、R8、R9

輸入資料後，經由交流負載潮流分析後，各主變電站尖峰時間負載量如表8，可知

1. 變壓器之負載皆小於自然風冷（ONAN）額定值，最高負載迴路編號023-081為主變壓器容量89.7%，各主變壓器容量足夠應付負載。
2. 經檢視報告檔案，流經電纜之電流皆小於電纜之額定值，各22 kV BUS 電壓降合乎合約規定非正常模式之7%內。

所以，此供電模式下，系統架構是足夠應付尖峰時間之交流與直流負載。

表8 CASE 3A各主變電站供電負載量

BSS	迴路編號	kW	kVAR	kVA	負載量%
民捷BSS 15 MVA	021-072	7961	1840	8170	54.4%
	022-073	7398	1545	7557	50.4%
民捷BSS 25 MVA	021-074	5499	477	5527	22.1%
	022-075	5499	477	5527	22.1%
秀捷BSS 15 MVA	023-081	13208	2545	13451	89.7%
	024-082	12598	2349	12815	85.4%
秀捷BSS 25 MVA	023-083	11586	1516	11685	46.7%
	024-084	11586	1516	11685	46.7%
中強捷BSS 60 MVA	025-099	15512	3380	15876	26.5%
	026-100	11082	2116	11282	18.8%

(五) CASE 4A供電模式

CASE 4A：非正常供電模式，秀捷斷電時，由中強捷轉供電，蘆捷、莊捷、民捷、松捷維持原供電模式（信松線合約）。各主變電站TSS與SSS供電範圍表9所示，由中強捷轉供電原秀捷用電。

表9 CASE 4A各主變電站供電範圍

TSS供電範圍	SSS供電範圍
蘆捷：蘆捷BSS、O43、O46、VB、O9 莊捷：莊捷BSS、O1、O2、O4、O6、O59 民捷：O11、O13、*O16 中強捷：R6、R8、R10、*O14、*O17、*O19 松捷：G16、G17、G19、G22	蘆捷：DSS1、DSS2、DSS3、O43、O44、O45、O46、O47 莊捷：莊捷BLD、DSS1、DSS2、O59、O60、O1、O2、O3、O4、O5、O6、O7 民捷：民捷BLD、VB、O8、O9、O10、O11、O12 中強捷：中強捷BLD、R5、R6、R7、R8、R9、*O19、*(STAB)、*O18、*O17、*O16、*VSB、*O14、*R10、*O13、*秀捷BLD 松捷：松捷BLD、G14、G16、G17、G18、G19、G21、G22

輸入資料後，經由交流負載潮流分析後，各主變電站尖峰時間負載量如表10，可知

1. 變壓器之負載皆小於自然風冷（ONAN）額定值，最高負載迴路編號025-099為主變壓器容量60%，各主變壓器容量足夠應付負載。
2. 經檢視報告檔案，流經電纜之電流皆小於電纜之額定值，各22 kV BUS 電壓降合乎合約規定非正常模式之7%內。

所以，此供電模式下，系統架構是足夠應付尖峰時間之交流與直流負載。

表10 CASE 4A各主變電站供電負載量

BSS	迴路編號	kW	kVAR	kVA	負載量%
民捷BSS 15 MVA	021-072	7961	1840	8170	54.5%
	022-073	7398	1545	7557	50.4%
民捷BSS 25 MVA	021-074	5899	556	5935	23.7%
	022-075	5899	556	5935	23.7%
中強捷BSS 60 MVA	025-099	34377	10767	36024	60%
	026-100	21993	4961	22546	37.6%
松捷BSS 60 MVA	027-101	23455	6958	24466	40.8%
	028-102	11385	540	11398	19%

(六) CASE 4B供電模式

CASE 4B：非正常供電模式，民捷斷電時，由中強捷、松捷轉供電，蘆捷、莊捷、秀捷維持原供電模式（信松線合約）。各主變電站TSS與SSS供電範圍表11所示，由中強捷、松捷轉供電原民捷用電。

表11 CASE 4B各主變電站供電範圍

TSS供電範圍	SSS供電範圍
蘆捷：蘆捷BSS、O43、O46、VB、O9 莊捷：莊捷BSS、O1、O2、O4、O6、O59 秀捷：O14、O16、O17、O19 中強捷：R6、R8、R10、*O13 松捷：G16、G17、G19、G22、*O11	蘆捷：DSS1、DSS2、DSS3、O43、O44、O45、O46、O47 莊捷：莊捷BLD、DSS1、DSS2、O59、O60、O1、O2、O3、O4、O5、O6、O7 秀捷：秀捷BLD、O19、(STAB)、O18、O17、O16、VSB、O14、R10、O13 中強捷：中強捷BLD、R5、R6、R7、R8、R9、*VB、*O8、*O9、*O10、*O11、*O12、民捷BLD 松捷：松捷BLD、G14、G16、G17、G18、G19、G21、G22

輸入資料後，經由交流負載潮流分析後，各主變電站尖峰時間負載量如表12，可知

1. 變壓器之負載皆小於自然風冷（ONAN）額定值，最高負載迴路編號023-081為主變壓器容量63.7%，各主變壓器容量足夠應付負載。
2. 經檢視報告檔案，流經電纜之電流皆小於電纜之額定值，各22 kV BUS 電壓降合乎合約規定非正常模式之7%內。

所以，此供電模式下，系統架構是足夠應付尖峰時間之交流與直流負載。

表12 CASE 4B各主變電站供電負載量

BSS	迴路編號	kW	kVAR	kVA	負載量%
秀捷BSS 15 MVA	023-081	9242	2411	9551	63.7%
	024-082	9215	2402	9522	63.5%
秀捷BSS 25 MVA	023-083	7441	985	7506	30%
	024-084	7441	985	7506	30%
中強捷BSS 60 MVA	025-099	31240	8984	32506	54.2%
	026-100	14563	1123	14606	24.3%
松捷BSS 60 MVA	027-101	23455	6958	24466	40.6%
	028-102	15638	652	15652	26.1%

五、台電未對松山線松捷供電模式

因應台電公司未核准松山線松捷主變電站用電計劃書申請案，而松山線計畫於104年通車營運，為符合此用電需求，在此過渡期間，須考量松捷主變電站台電161 kV 電源未送電狀況，以及再考量新蘆線與中和線任一座主變電站因故停電無法運轉時，就現有捷運新蘆線、信義線、松山線、中和線路網電力來源，規劃相關可行用電方案，同時分析用電限制條件，以做為松山線通車營運之決策參考。此種特殊非正常供電模式下，兩座BSS因故無法供電，稱為台電不核供（N-2）方案。而原本非正常供電下CASE 3（松捷無提供電力時），就變成正常供電模式，而非正常供電模式為CASE 5A：中強捷主變電站因故無法正常供電，由民捷、秀捷轉供信義線與松山線全線；CASE 5B：秀捷因故無法正常供電，由民捷、中強捷轉供中和線與松山線全線；CASE 5C：民捷因故無法正常供電，由蘆捷、秀捷、中強捷轉供新莊線台北市區段與松山線全線；CASE 5D：莊捷因故無法正常供電，由蘆捷、民捷、秀捷、中強捷轉供新莊線新北市區段與松山線全線；CASE 5E：蘆捷因故無法正常供電，由民捷、秀捷、中強捷轉供蘆洲線與松山線全線。所幸，最後台電由另一中崙變電所正常核供松捷用電，CASE 5A- CASE 5E則做為特殊狀況之備用方案。

六、結語

捷運工程有時候會因某些因素而影響通車，這需要工程司找出解決方法，做適當處置，當然也需要長官幫忙溝通協調與裁示。松山線通車雖歷經一些波折，但在事先預估各種供電模式因應下，最終能順利通車，未來希望台電松湖變電所能順利興建，使供電模式能在最佳模式下運轉，減少松捷斷電因素。

參考文獻

1. 台灣電力股份有限公司（2013），台灣電力股份有限公司輸電系統規劃準則。
2. Saadat, H. (1999), Power system analysis. McGraw-Hill.